

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-194023

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/35
G02B 6/42
H01S 5/30

(21)Application number : 10-374736

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.12.1998

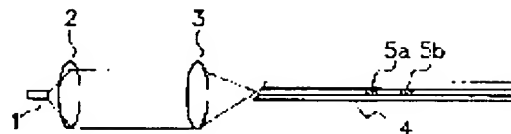
(72)Inventor : KANDA MASAHIRO

(54) SEMICONDUCTOR LASER MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser module having improved stabilizing operation characteristic.

SOLUTION: Exit light from a semiconductor laser element 1 is converted into collimated light and is converged by lenses 2, 3 and the converged light is taken out to outside by an optical fiber 4. In the optical fiber 4, fiber gratings 5a, 5b having two peak wavelengths are provided. The two peak wavelengths are set at a longer wavelength side and a shorter wavelength side from a central value of effective excitation wavelength band of an optical fiber amplifier. By this constitution, even when wavelength of the semiconductor laser element 1 is changed by temp. characteristic or the like and is out of a lock range of a reflector of one hand, the wavelength is locked in the excitation effective wavelength zone of rare earth-added fiber by the reflector of another hand, module operation in a wide temp. range is realized, tolerance of element wavelength is widened and yield of the semiconductor laser element is improved. Further, wavelength components which do not contribute to amplification at EDF can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.06.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-194023

(P2000-194023A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 2 F 1/35		G 0 2 F 1/35	2 H 0 3 7
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	5 F 0 7 3
H 0 1 S 5/30		H 0 1 S 3/18	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-374736

(22) 出願日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 神田 征広

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100084250

弁理士 丸山 隆夫

Fターム (参考) 2H037 AA01 BA03 CA01

5F073 AB21 AB27 AB28 BA01 BA09

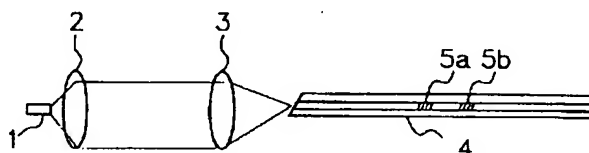
EA03 EA04 EA29

(54) 【発明の名称】 半導体レーザモジュール

(57) 【要約】

【課題】 安定動作特性を向上させた半導体レーザモジュールを得る。

【解決手段】 半導体レーザ素子1の出射光を、レンズ2、3によりコリメート光に変換し集光し、この集光した光を光ファイバ4により外部に取り出す。光ファイバ4内には、二つのピーク波長を有したファイバグレーティング5a、5bがある。二つのピーク波長は、光ファイバアンプの有効励起波長帯の中心値より長波長側および短波長側に設定されている。この構成によれば、半導体レーザ素子1の波長が温度特性等により変化して一方の反射器のロック範囲を外れても、もう一方の反射器にて波長を希土類添加ファイバの励起有効波長帯域にロックし、広温度範囲でのモジュール動作を実現し、素子波長の許容範囲が広がり、半導体レーザ素子の歩留りが向上する。さらに、EDFでの増幅に寄与しない波長成分を低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の波長帯のレーザ光を発光する半導体レーザ素子と、前記波長帯における特定の波長成分を前記半導体レーザ素子に反射させるファイバグレーティングを有する半導体レーザモジュールにおいて、前記ファイバグレーティングはピーク波長を二つ有し、該ピーク波長が前記半導体レーザ素子の出射光の所定波長を挟む前後の波長に設定されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】 前記ファイバグレーティングは、反射率0.1～5%、特に1～4%を有し、且つピーク波長帯域幅として、略0.3～3nm、特に1～2nmを有して構成されたことを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項3】 所定波長のレーザ光を発光する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の出射光をコリメート光に変換し集光する集光手段と、所定の帯域間隔の二つのピーク波長を有するグレーティングを形成し前記集光手段により集光した光を外部に取り出すための光ファイバと、を有して構成されたことを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項4】 前記集光手段は、変換および集光を行う一つの集光器により構成されたことを特徴とする請求項3に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項5】 前記集光手段は、前記半導体レーザ素子の出射光をコリメート光に変換する第一の集光器と前記コリメート光を集光する第二の集光器とにより構成されたことを特徴とする請求項3に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項6】 前記照射手段の二つのピーク波長は、前記半導体レーザ素子の出射光の所定波長を挟む前後の波長に設定されて構成されたことを特徴とする請求項3から5の何れかに記載の半導体レーザモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信に適用されるファイバグレーティング用励起の半導体レーザモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体レーザモジュールは一般に、光通信に用いられる。特に、近年の光通信の長距離伝送化に伴い、光を電気に変換すること無く光のまま増幅できる光ファイバンプが用いられている。例えば、1550nm帯の光ファイバンプとしては、レーザ活性物質として希土類元素または遷移金属が添加されており、特にエルビウムが一般的に用いられている。エルビウム添加光ファイバンプの励起波長帯としては、980nm帯と1480nm帯があり、本波長帯での励

起用光源が開発されている。

【0003】図12を参照すると、一般的なEDF（希土類添加ファイバとしてエルビウムドープファイバ）の有効励起波長帯域は、975～985nmである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術では、励起に使える波長範囲は決まっており、特に980nm帯は有効励起波長範囲が10nm程度と狭く、半導体レーザ素子の歩留り等に影響を及ぼしている。また、半導体レーザ素子の波長変化の温度依存性は、一般的に約3nm/10℃である。このため、半導体レーザ素子温度が約40℃以上変化した場合、半導体レーザ素子波長が励起有効範囲から外れてしまう。

【0005】また、ファイバグレーティング（以下、FG）等の外部反射器を用いて、波長ロックをかけて、波長の安定化を図る方法があるが、これには以下のような問題点がある。

【0006】図9は半導体レーザ素子温度が中間の場合、図10は半導体レーザ素子温度が低い場合、図11は高い温度の場合である。これらの図において、特性曲線42は低温時の半導体レーザ素子のスペクトラム、特性曲線43は高温時の半導体レーザ素子のスペクトラム、特性曲線41はその中間の温度（室温程度）でのスペクトラムである。

【0007】FG（ファイバグレーティング）のロック波長を980nmとすれば、半導体レーザ素子波長とFGのロック波長が近い場合には、特性曲線31のようにFGのロック波長だけが取り出される。しかし、半導体レーザ素子温度が低温もしくは高温になって波長がずれた場合、完全にFGのロック波長に引き込めず、特性曲線32、特性曲線33のような半導体レーザ素子スペクトラムの一部が現れる。これはEDFの励起有効範囲外の波長であり、その分EDFアンプの利得が低下することになる。完全にFGに引き込める半導体レーザ素子の波長範囲は、FGのピーク波長±7nm程度である。

【0008】一方、一般的に半導体レーザ素子作製時の波長分布は、図12に示すように一様ではなく、ウェハ内でばらついており図13のような分布を示す。網掛け部がFGで引き込める半導体レーザ素子波長範囲であるが、実線部のように半導体レーザ素子波長分布ピークが980nmにきていても20%程度は波長不良となる。ロットにより、ピークが長短波長のどちらかにずれた場合は、さらに不良数が増加してしまい、歩留りが悪くなる。

【0009】本発明は、これらの問題を解決し、半導体レーザ素子温度が変化し波長がシフトしても、半導体レーザモジュール波長を励起有効範囲に止め、さらに半導体レーザ素子の歩留りを向上する半導体レーザモジュールを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、請求項1記載の発明の半導体レーザモジュールは、所望の波長帯のレーザ光を発光する半導体レーザ素子と、波長帯における特定の波長成分を半導体レーザ素子に反射させるファイバグレーティングを有する半導体レーザモジュールであり、ファイバグレーティングはピーク波長を二つ有し、このピーク波長が半導体レーザ素子の出射光の所定波長を挟む前後の波長に設定されていることを特徴としている。

【0011】また、上記のファイバグレーティングは、反射率0.1～5%、特に1～4%を有し、且つピーク波長帯域幅として、略0.3～3nm、特に1～2nmを有するとよい。

【0012】請求項3記載の発明の半導体レーザモジュールは、所定波長のレーザ光を発光する半導体レーザ素子と、半導体レーザ素子の出射光をコリメート光に変換し集光する集光手段と、所定の帯域間隔の二つのピーク波長を有するグレーティングを形成し集光手段により集光した光を外部に取り出すための光ファイバと、を有して構成されたことを特徴としている。

【0013】また、上記の集光手段は、変換および集光を行う一つの集光器により構成し、あるいは、半導体レーザ素子の出射光をコリメート光に変換する第一の集光器とコリメート光を集光する第二の集光器とにより構成するとよい。

【0014】さらに、上記の照射手段の二つのピーク波長は、半導体レーザ素子の出射光の所定波長を挟む前後の波長に設定して構成するとよい。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、添付図面を参照して本発明による半導体レーザモジュールの実施の形態を詳細に説明する。図1～図8を参照すると、本発明の半導体レーザモジュールの実施形態が示されている。これらの図1～図4が実施形態1、図6～図8が実施形態2の動作を説明するための図である。図5は他の光学系での実施形態である。

【0016】本構成は、希土類添加ファイバとしてエルビウムドープファイバ（以下、EDF）として説明する。尚、EDFの利得の980nm帯での波長特性例を、図12に示す。

【0017】図1は、本半導体レーザモジュールの構成図である。本図1において、980nm帯の半導体レーザ素子1であり、半導体レーザ素子の出射光をコリメート光に変換する第一のレンズ2であり、コリメート光を集光する第二のレンズ3である。また、第二のレンズ3により集光した光を外部に取り出すために光ファイバ4が設けられている。また、符号5a、5bは、光ファイバ4内に形成したファイバグレーティングである。

【0018】一方のファイバグレーティング5aは、975nmのピーク波長を有している。また他方のファイ

バグレーティング5bは、985nmのピーク波長を有している。2つのファイバグレーティング5a、5bのそれぞれは、反射率0.1～5%、特に1～4%を有している。また、ピーク波長帯域幅として、0.3～3nm程度、特に1～2nmを有している。

【0019】一般的なEDF（希土類添加ファイバとしてエルビウムドープファイバ）の有効励起波長帯域は、図12において示した通り、975～985nmである。できるだけ広く波長帯域を確保し、かつ励起効率をできるだけ高くするため、ここではグレーティングの波長を975nmと985nmに設定した。しかし、個々のEDFの特性により、数値は任意に設定してよい。

【0020】（動作の説明）980nm帯半導体レーザ素子1から出射した光は、第一のレンズ1によりコリメート化され、第二のレンズ3により光ファイバ4に集光されて、光ファイバ4に紫外線照射等の手段により形成されたファイバグレーティング5a、5bのどちらかにより外部共振器を形成し、975nmもしくは985nmの光が外部に取り出される。半導体レーザ素子の発振波長が975nm以下であれば、ファイバグレーティング5aにより975nm、985nm以上であれば、ファイバグレーティング5bにより985nmの光が取り出される。975nm以上985nm以下の場合は、グレーティング波長の近い方に引き込まれて、どちらかの波長が外部に取り出される。この動作について図を用いて説明する。

【0021】図2は半導体レーザ素子温度が低い場合、図3は半導体レーザ素子温度が高い場合、図4は中間位の温度の場合である。それぞれ、各温度での半導体レーザ素子のスペクトラム特性21～23を示している。温度が低い場合には、975nmに素子の波長が引き込まれて発振特性11となる。温度が高い場合には、985nmに素子の波長が引き込まれて発振特性12となる。中間の温度では、両方のピークで発振する場合もある。これらのいずれの場合にも、EDFの有効励起波長帯域に半導体レーザの波長をロックできている。

【0022】上記の実施形態1による半導体レーザモジュールは、光ファイバアンプの有効励起波長帯の、有効励起波長範囲の中心値より長波長側および短波長側に2種類のピーク波長を有した反射器を具備する。図1において、光ファイバ内に設けられた2種類の反射器は、例えば、希土類添加ファイバの有効励起波長帯域の中心値からそれぞれ長波長側および短波長側に数nmずれた位置にピーク波長を有する反射器である。これにより、半導体レーザ素子の波長が温度特性等により変化して、一方の反射器のロック範囲を外れても、もう一方の反射器にて波長を希土類添加ファイバの励起有効波長帯域にロックし、広温度範囲でのモジュール動作を実現することが可能となる。

【0023】上記の実施形態によれば、反射器の反射ピ

ークを数 nm の間隔で 2 種類設けることで、素子波長の許容範囲が広がる。よって、半導体レーザ素子の歩留りが向上する。

【0024】また、反射器の反射ピークを、数 nm の間隔で 2 種類設けて素子波長の引き込める範囲を広げている。よって、半導体レーザ素子の使用温度範囲が広がる。

【0025】さらに、EDF での増幅に寄与しない波長成分を低減できる。例えば、図 11 のピーク 33 のような波長成分である。本実施形態によれば、このような波長成分 33 を低減化できる。これにより、EDF の効率を向上することができる。

【0026】（他の実施形態）先の実施形態では、EDF の有効波長帯域の狭い 980 nm 帯で説明したが、別の波長帯、例えば、1480 nm 帯でも有効波長帯域の上限および下限に反射器の波長を設定すればよい。

【0027】図 1 において、1480 nm 帯の半導体レーザ素子 1 であるとする。

【0028】図 6、図 7、図 8 に動作特性図を示す。980 nm 帯と同様に低温時、高温時で半導体レーザ素子の波長が有効励起帯域から外れるが、反射器によって帯域内に引き込んでいる。また、1480 nm 帯は有効励起範囲が広いので、半導体レーザ素子の波長が 2 種類の反射器のピーク波長の間にある場合は、図 8 のように両反射器の波長に完全に引き込めない場合がある。しかし、有効励起波長帯内であるため問題ない。

【0029】また、先の実施形態 1 として、EDF を仮定したが、他の希土類ドープファイバでも、その有効励起波長帯の半導体レーザ励起光源を用いた場合、同様の効果が得られる。

【0030】また、先の実施形態として、光学系として 2 枚レンズ系としたが、図 5 のように 1 枚レンズ系でもよい。先球ファイバで等でレーザ素子の出射光を集光できる手段を用いてもよい。反射器で反射された波長の光が、半導体レーザ素子に戻る光学系であればよい。

【0031】尚、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。例えば、上記の 2 つの実施形態と説明に用いた光波長帯は一例であり、本発明の構成を限定するものではない。

【0032】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、本発明の半導体レーザモジュールによれば、集光手段により所定波長のレーザ光をコリメート光に変換して集光した光を、光ファイバにより光外部に取り出す、この光ファイバ内に紫外線照射等の照射手段により形成したファイバ

グレーティングを有している。

【0033】上記の構成によれば、光ファイバアンプの有効励起波長帯を、有効励起波長範囲の中心値より長波長側および短波長側に 2 種類のピーク波長を有した反射器とすることにより、半導体レーザ素子の波長が温度特性等により変化して、一方の反射器のロック範囲を外れても、もう一方の反射器にて波長を希土類添加ファイバの励起有効波長帯域にロックし、広温度範囲でのモジュール動作を実現することが可能となる。これにより、素子波長の許容範囲が広がり、半導体レーザ素子の歩留りが向上する。さらに、EDF での増幅に寄与しない波長成分を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の半導体レーザモジュールの実施形態 1 による構成を示す図である。

【図 2】半導体レーザ素子温度が低い場合の FG 付半導体レーザモジュールの動作特性を示す図である。

【図 3】半導体レーザ素子温度が高い場合の FG 付半導体レーザモジュールの動作特性を示す図である。

【図 4】半導体レーザ素子温度が中間位の場合の FG 付半導体レーザモジュールの動作特性を示す図である。

【図 5】他の実施形態 2 による構成を示す図である。

【図 6】実施形態 2 に対応する動作特性 1 を示す図である。

【図 7】実施形態 2 に対応する動作特性 2 を示す図である。

【図 8】実施形態 2 に対応する動作特性 3 を示す図である。

【図 9】従来の半導体レーザ素子温度が中間の場合を示す図である。

【図 10】従来の半導体レーザ素子温度が低い場合に生じる問題点を示す図である。

【図 11】従来の半導体レーザ素子温度が高い場合に生じる問題点を示す図である。

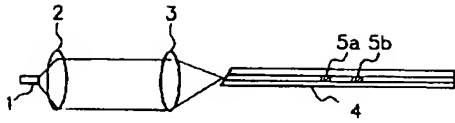
【図 12】一般的な EDF の利得特性を示す図である。

【図 13】従来の半導体レーザ素子のウェハ内波長分布を示す図である。

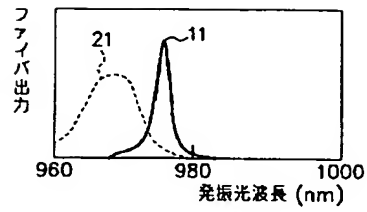
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ素子
- 2、3、6 レンズ（集光器）
- 4 光ファイバ
- 5 ファイバグレーティング
- 11、12 発振特性
- 21、22、23 スペクトラム特性
- 41、42、43 （半導体レーザ素子のスペクトラム）特性曲線

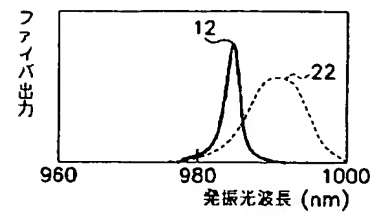
【図1】



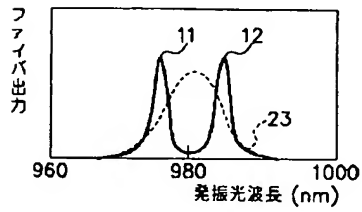
【図2】



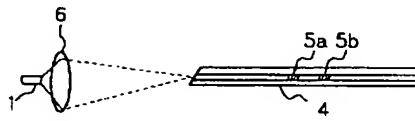
【図3】



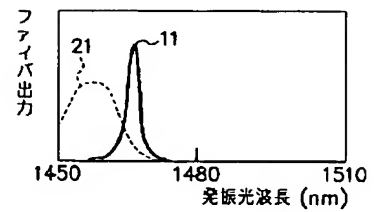
【図4】



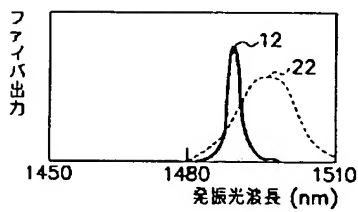
【図5】



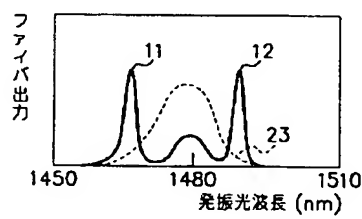
【図6】



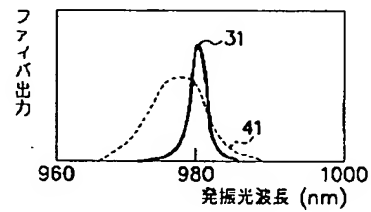
【図7】



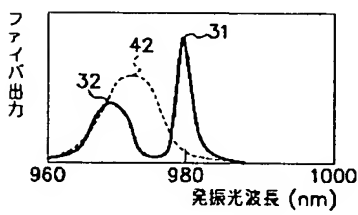
【図8】



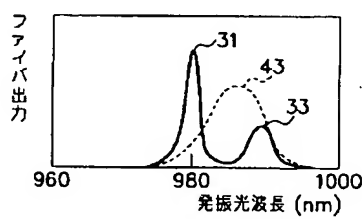
【図9】



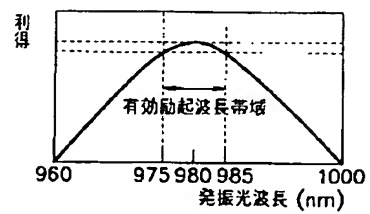
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

